

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

49

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月13日

出願番号

Application Number:

特願2002-267692

[ST.10/C]:

[JP2002-267692]

出願人

Applicant(s):

株式会社リコー

2003年 6月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3043571

【書類名】 特許願

【整理番号】 0200786

【提出日】 平成14年 9月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04N 1/41

【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、プログラム及び記録媒体

【請求項の数】 20

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社 リコー
内

【氏名】 作山 宏幸

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【氏名又は名称】 株式会社 リコー

【代表者】 桜井 正光

【代理人】

【識別番号】 100073760

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100097652

【弁理士】

【氏名又は名称】 大浦 一仁

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011800

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809191

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、プログラム及び記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 分割単位毎に圧縮された後に分割単位毎に伸長された画像における分割単位境界の歪みを抑制するため、分割単位境界の近傍の画素に対しローパスフィルタを施す手段を有する画像処理装置であって、前記ローパスフィルタの重み係数が分割単位境界の方向に対し非対称であることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 分割単位毎に圧縮された後に分割単位毎に伸長された画像における分割単位境界の歪みを抑制するため、分割単位境界の近傍の画素に対しローパスフィルタを施す手段を有する画像処理装置であって、前記ローパスフィルタの重み係数に平均的な画素の誤差の大小関係が反映させられることを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの重み係数の非対称の程度又は平均的な画素の誤差の大小関係の反映の程度が、分割単位の境界からの距離に依存することを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】 請求項1又は2に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの重み係数が非対称であるか又は平均的な画素の誤差の大小関係を反映するのは、前記ローパスフィルタのタップが分割単位境界をまたぐ場合であることを特徴とする画像処理装置。

【請求項5】 請求項1又は2に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの重み係数が非対称であるか又は平均的な画素の誤差の大小関係を反映るのは、注目画素に生じる平均誤差が大きい場合であることを特徴とする画像処理装置。

【請求項6】 請求項1又は2に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの重み係数の非対称の程度又は平均的な画素の誤差の大小関係の反映の程度が、画像のコンポーネントによって異なることを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】 請求項1又は2に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの重み係数の非対称の程度又は平均的な画素の誤差の大小関係の反映の程度が、圧縮された画像の圧縮率によって異なることを特徴とする画像処理装置。

【請求項8】 請求項1又は2に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの重み係数の非対称の程度又は平均的な画素の誤差の大小関係の反映の程度が、画像の圧縮伸長に用いられるウェーブレットフィルタの種類に依存することを特徴とする画像処理装置。

【請求項9】 請求項1又は2に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの周波数特性が、分割単位境界からの距離に依存することを特徴とする画像処理装置。

【請求項10】 請求項1又は2に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの周波数特性が、画像のコンポーネントによって異なることを特徴とする画像処理装置。

【請求項11】 請求項1又は2に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの周波数特性が、圧縮された画像の圧縮率に依存することを特徴とする画像処理装置。

【請求項12】 請求項1又は2に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの周波数特性が、画像の圧縮伸長に用いられるウェーブレットフィルタの種類によって異なることを特徴とする画像処理装置。

【請求項13】 請求項1又は2に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの周波数特性が、分割単位境界付近のエッジ度に依存することを特徴とする画像処理装置。

【請求項14】 請求項9に記載の画像処理装置において、前記ローパスフィルタの周波数特性が、前記境界付近のエッジ度にも依存することを特徴とする画像処理装置。

【請求項15】 請求項1乃至14のいずれか1項に記載の画像処理装置において、伸長された画像の逆色変換後に前記ローパスフィルタが施されることを特徴とする画像処理装置。

【請求項16】 請求項1乃至14のいずれか1項に記載の画像処理装置において、伸長された画像の逆色変換前に前記ローパスフィルタが施されることを特徴とする画像処理装置。

【請求項17】 分割単位毎に圧縮された後に分割単位毎に伸長された画像における分割単位境界の歪みを抑制するため、分割単位境界の近傍の画素に対しローパスフィルタを施すステップを有する画像処理方法であって、前記ローパスフィルタの重み係数が分割単位境界の方向に対し非対称であることを特徴とする画像処理方法。

【請求項18】 分割単位毎に圧縮された後に分割単位毎に伸長された画像における分割単位境界の歪みを抑制するため、分割単位境界の近傍の画素に対しローパスフィルタを施すステップを有する画像処理方法であって、前記ローパスフィルタの重み係数が平均的な画素の誤差の大小関係を反映して決定されていることを特徴とする画像処理方法。

【請求項19】 請求項1乃至16のいずれか1項に記載の画像処理装置のローパスフィルタを施す手段としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

【請求項20】 請求項19に記載のプログラムが記録されたコンピュータが読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、所定の分割単位毎に圧縮した画像を分割単位毎に伸長した場合に生じる分割単位境界の歪みを抑制する画像処理技術に係り、特に、JPEG2000により圧縮後に伸長した画像上のタイル境界歪みを抑制する目的に好適な画像処理装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

画像データは、一旦圧縮してから蓄積し又は伝送し、必要な時又は場所で圧縮された画像データを伸長して出力し又は処理する場合が多い。画像データの圧縮

には、画像をブロックと呼ばれる所定の分割単位で離散コサイン変換を用いて符号化するJPEGなどの画像圧縮方式が広く用いられている。このような画像圧縮方式の1つの問題点は、圧縮された画像を伸長した場合、伸長画像にブロック境界歪みが生じることである。このブロック境界歪みを目立ちにくくするため、ブロック境界歪みを検出し、伸長画像のブロック境界の画素にローパスフィルタをかける技術が知られている（特許文献1、2、3など参照）。また、後述の圧縮伸長処理における画像分割手法については非特許文献1に論じられている。

【0003】

なお、本願出願人により、本発明に関連のある発明が特許出願されている（特願平13-400647号、特願2002-109890号）。

【0004】

【特許文献1】

特開平5-316361号

【特許文献2】

特開平9-307855号

【特許文献3】

特許第2839987号

【非特許文献1】

J. X. Wei, M. R. Pickering, M. R. Frater and J. F. Arnold,
"A New Method for Reducing Boundary Artifacts in Block-Based
Wavelet Image Compression," in VCIP 2000, K. N. Ngan,
T. Sikora, M-T Sun Eds., Proc. of SPIE Vol. 4067,
pp. 1290-1295, 20-23 June 2000, Perth, Australia

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

近年、画像入出力技術の進歩により、画像に対する高精細化の要求が高まっている。画像入力装置として、デジタルカメラを例にあげると、300万以上の画素数を持つ高性能な電化結合素子の低価格化が進み、普及価格帯の製品においても広く用いられるようになっている。画像出力・表示装置に関しても、レーザ・プリ

ンタ、インクジェット・プリンタ等のハード・コピー分野における高精細化・低価格化は目を見張るものがあり、これはC R T、LCDディスプレイ等のソフト・コピー分野においても例外ではない。したがって、高精細画像を容易に取扱うことのできる圧縮伸長技術に対する要求も、今後ますます高まっていくことは必至である。

【0006】

こうした要求を満たす圧縮方式の一つとして、高压縮率でも高画質な画像を復号可能なJPEG2000がある。このJPEG2000においては、画像を矩形領域(タイル)に分割することにより、少ないメモリ環境下で圧縮伸長処理を行うことが可能である。すなわち、個々のタイルが圧縮伸長プロセスを実行する際の基本単位となり、圧縮伸長動作はタイル毎に独立に行うことができる。

【0007】

このような分割処理はタイリングと呼ばれ、省メモリ化・高速化に有効な手法であるが、非特許文献1にも記載されているように、圧縮率の高い条件で圧縮伸長処理を行った場合には、伸長画像においてタイルの境界の不連続（タイル境界歪み）が目立ちやすいという問題がある。

【0008】

このタイル境界歪みを解決するために、隣接するタイル同士で境界を互いにオーバーラップさせて処理を行う手法も有効である。しかし、JPEG2000の基本仕様（JPEG2000 Part 1）では、隣接するタイル境界を重複させないものとして規定されているため、タイル境界を重複させる手法は規定に準拠するという観点からは好ましくない。

【0009】

また、前記従来技術と同様に、タイル境界にローパスフィルタをかけることにより、タイル境界歪みの抑制を期待できる。この方法ならば、上述のような規定上の制約はない。

【0010】

本願出願人においても、タイル境界からの距離に応じて、ローパスフィルタの平滑化度を制御する手法；タイル境界からの距離が大きくなるにつれてローパス

フィルタの平滑化度を徐々に弱くする手法；タイル境界の近傍の画素に対してエッジ量を算出し、そのエッジ量に応じてローパスフィルタの平滑化度を制御する手法；そのエッジ量が大きくなるにつれてローパスフィルタの平滑化度を徐々に弱くする手法；さらに、タイル境界からの距離とその画素でのエッジ量に応じてローパスフィルタを制御する手法、つまり、タイル境界から離れるにつれて、また、エッジ量が大きくなるにつれて、ローパスフィルタの平滑化度を弱くする手法を提案している(特願平13-400647号)。この手法を適用することにより、タイル境界歪みを抑制しつつ、タイル境界付近でのエッジ量が大きい場合にも帯状のぼやけた画像を発生させないようにすることができる。このような手法の高速化・処理量削減等を目的として、本願出願人は、縦方向のタイル境界には横方向の周波数成分を落とすようなローパスフィルタをかけ、横方向のタイル境界には縦方向の周波数成分を落とすようなローパスフィルタをかけ、タイル境界の交点には縦方向横方向ともに周波数成分を落とすようなローパスフィルタをかける手法も提案している(特願2002-109890号)。

【0011】

しかしながら、前記従来技術や前記提案手法では、JPEG2000のタイル境界歪みの特殊性のゆえに、期待するような効果を必ずしも達成できないことが判明した。JPEG2000のタイル境界歪みの最適な抑制のためには、以下に詳細に説明するように、タイル境界画素に適用するローパスフィルタの対象性についての十分な検討が欠かせないのである。

【0012】

よって、本発明の目的は、JPEG2000のタイル境界歪みの抑制のために極めて効果的な新しい画像処理装置及び方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

以下、添付図面を参照し、JPEG2000のタイル境界歪みの特殊性と関連付けて本発明を説明する。

【0014】

図1は、JPEG2000の基本的な圧縮・伸長処理の流れを示すブロック図である。

圧縮処理の対象となる画像データは、各コンポーネント毎にタイル分割されて色変換・逆色変換部1000に入力され、ここで色変換（後述）を施される。色変換後のタイル画像は2次元ウェーブレット変換・逆変換部1001により2次元の離散ウェーブレット変換（順変換）を施され、得られたウェーブレット係数は量子化部156によって量子化された後にエントロピー符号化・復号化部1003により符号化される。JPEG2000では可逆圧縮（ロスレス圧縮）と非可逆圧縮（ロシイ圧縮）のいずれも可能であり、可逆圧縮の場合には量子化ステップ幅は常に1であり、実質的に量子化されない。エントロピー符号化・復号化部1003におけるエントロピー符号化には、ブロック分割、係数モデリング及び2値算術符号化からなるEBCOT (Embedded Block Coding with Optimized Truncation) と呼ばれるブロックベースのビットプレーン符号化方式が用いられる。符号化対象となるウェーブレット係数は正負の符号を持つ整数（あるいは実数表現された整数）であり、それらを決められた順序で走査しながら、係数を絶対値表現したものに対し上位ビットから下位ビットへとビットプレーン単位で符号化処理が実行される。エントロピー符号化・復号化部1003で生成された符号列はタグ処理部1004により所定のフォーマットのビットストリームとされて出力される。

【0015】

伸長処理は圧縮処理と逆の処理となる。圧縮された画像データ（符号データ）はタグ処理部1004に入力され、各コンポーネントの各タイルの符号列に分解される。この符号列はエントロピー符号化・復号化部1003によってエントロピー復号化される。復号化されたウェーブレット係数は量子化・逆量子化部1002で逆量子化されたのち、2次元ウェーブレット変換・逆変換部1001で2次元逆ウェーブレット変換を施されることにより、各コンポーネントの各タイルの画像が再生される。各コンポーネントの各タイル画像は色空間変換部152に入力され、逆色変換処理を施されてRGBなどのコンポーネントから構成されるタイル画像として出力される。

【0016】

本発明の画像処理装置又は方法は、色変換・逆色変換部1000により逆色変

換後の画像データ1201（RGB値やCMY値）におけるタイル境界歪みの抑制、あるいは、逆色変換処理を施される前の画像データ1202（輝度値Y、色差値Cb, Cr）におけるタイル境界歪みの抑制に適用される。

【0017】

図2乃至図6は、 16×16 のモノクロ画像（あるいはカラー画像の1つのコンポーネント画像）に対して、JPEG2000で採用されている 5×3 変換と呼ばれるウェーブレット変換を2次元（垂直方向及び水平方向）で施す過程を説明するための図である。図2は変換前の原画像である。図示のようにXY座標をとり、あるxについて、Y座標がyである画素の画素値を $P(y)$ ($0 \leq y \leq 15$) と表す。JPEG2000では、まず垂直方向（Y座標方向）に、Y座標が奇数 ($y=2i+1$) の画素を中心にハイパスフィルタを施して係数 $C(2i+1)$ を得る。次に、Y座標が偶数 ($y=2i$) の画素を中心にローパスフィルタを施して係数 $C(2i)$ を得る（これを全てのxについて行う）。ここで、ハイパスフィルタとローパスフィルタはそれぞれ式（1）と式（2）で表される。式中の $\text{floor}(x)$ は、 x のフロア関数（実数 x を、 x を越えず、かつ x に最も近い整数に置換する関数）である。

【0018】

$$C(2i+1) = P(2i+1) - \text{floor}((P(2i) + P(2i+2))/2) \quad \text{式(1)}$$

$$C(2i) = P(2i) + \text{floor}((C(2i-1) + C(2i+1))/4) \quad \text{式(2)}.$$

【0019】

なお、画像の端部においては、中心となる画素に対して隣接画素群が存在しないことがあり、この場合は「ミラリング」と呼ばれる手法によって不足する画素値を補うことになる。ミラリングは、文字通り境界を中心として画素値を線対称に折り返し、折り返した値を上記隣接画素群の値とみなす操作である。図7は画素値（又は係数値）のミラリングの模式図である。この図では、タイルの右側境界の画素Pの変換時に、斜線付きの丸印で示した画素値を、タイル内の白丸で示した画素値で補う様子を示している。

【0020】

簡単のため、ハイパスフィルタで得られる係数をH、ローパスフィルタで得られる係数をL、とそれぞれ表記すれば、前記垂直方向の変換によって図2の画像

は図3のようなL係数、H係数の配列へと変換される。

【0021】

続いて、図3の係数配列に対して、水平方向に、X座標が奇数 ($y=2i+1$) の係数を中心にハイパスフィルタを施し、次にX座標が偶数 ($x=2i$) の係数を中心にローパスフィルタを施す(これを全てのyについて行う。この場合、前記の式(1)、式(2)のP(2i)等は係数値を表すものと読み替える)。

【0022】

簡単のため、前記L係数を中心にローパスフィルタを施して得られる係数をLL、前記L係数を中心にハイパスフィルタを施して得られる係数をHL、前記H係数を中心にローパスフィルタを施して得られる係数をLH、前記H係数を中心にハイパスフィルタを施して得られる係数をHH、とそれぞれ表記すれば、図3の係数配列は図4の様な係数配列へと変換される。ここで同一の記号を付した係数群はサブバンドと呼ばれ、図4は4つのサブバンドで構成される。

【0023】

以上の処理で、1回のウェーブレット変換(1回のデコンポジション(分解))が終了し、上記LL係数だけを集めると(図5の様にサブバンド毎に集め、LLサブバンドだけ取り出すと)、ちょうど原画像の1/2の解像度の“画像”が得られる。このように、サブバンド毎に分類することをデインターリーブと呼び、図4のような状態に配置することをインターリーブと呼ぶ。

【0024】

2回目のウェーブレット変換は、該LLサブバンドを原画像と見なして、上記と同様の処理により行われる。その処理結果をインターリーブすると、図6に示すようなサブバンドの係数が得られる。なお、図5及び図6中の係数の接頭の1や2は、何回のウェーブレット変換で該係数が得られたかを示しており、デコンポジションレベルと呼ばれる。したがって、デコンポジションレベルが高いサブバンドほど、解像度が低いことになる。以上の議論において、1次元のみのウェーブレット変換をしたい場合には、いずれか一方向だけの処理を行えばよい。

【0025】

一方、ウェーブレット逆変換は、図4の様なインターリーブされた係数の配列

に対して、まず水平方向に、X座標が偶数 ($x=2i$) の係数を中心に逆ローパスフィルタを施し、次にX座標が奇数 ($x=2i+1$) の係数を中心に逆ハイパスフィルタを施す。これを全てのyについて行う。ここで逆ローパスフィルタと逆ハイパスフィルタは、それぞれ次の式(3)と式(4)で表される。ウェーブレット変換(順変換)の場合と同様に、画像の端部においては、中心となる係数に対して隣接係数群が存在しないことがあり、この場合もミラーリングによって係数値を補うことになる。

【0026】

$$P(2i) = C(2i) - \text{floor}((C(2i-1) + C(2i+1) + 2)/4) \quad \text{式(3)}$$

$$P(2i+1) = C(2i+1) + \text{floor}((P(2i) + P(2i+2))/2) \quad \text{式(4)}.$$

【0027】

以上の処理により、図4の係数配列は図3のような係数配列に変換(逆変換)される。続いて同様に、垂直方向に、Y座標が偶数 ($y=2i$) の係数を中心に逆ローパスフィルタを施し、次にY座標が奇数 ($y=2i+1$) の係数を中心に逆ハイパスフィルタを施す。これを全てのxについて行うことにより、1回のウェーブレット逆変換が終了し、図2の画像が再構成されることになる。なお、ウェーブレット変換が複数回施されている場合は、図2をLLサブバンドとみなし、HL等の他の係数を利用して同様の逆変換を繰り返すことにより画像が再構成される。

【0028】

以上のようなウェーブレット変換では、原画像の「2のべき乗分の1」の解像度成分を得やすいように、その処理単位となるタイルサイズは「2のべき乗」(すなわち偶数)の値をとるのが通常であり、また、前記XY座標の原点は図2のように画像の頂点にとるのが簡易である。このような条件で、図3のように垂直方向にフィルタを施す場合、(図2の画像全体を1つのタイルと見なして考えれば明らかなように)、タイルの上端に隣接する画素にはローパスのフィルタが、下端に隣接する画素にはハイパスのフィルタがそれぞれ施されることになる。同様に、図4のように水平方向にフィルタを施す場合、タイルの左端に隣接する画素にはローパスのフィルタが、右端に隣接する画素にはハイパスのフィルタが、それぞれ施されることになる。

【0029】

ここで前記非特許文献1が指摘しているように、ミラリングを行う場合、タイル境界下端のH係数に量子化誤差が生じると、該誤差が最終的な伸長画像の画素値の誤差として大きく現れることが知られている。同様に、タイル境界右端のH係数に量子化誤差が生じると、該誤差が最終的な画素値の誤差として大きく現れることが知られている。一方、タイル境界の上端と左端のL係数に量子化誤差が生じても、該誤差は最終的な伸長画像の画素値の誤差としては大きく現れないことが知られている。

【0030】

したがって、タイル内の画素に生じる画素値の誤差の平均値をとると、図8に示すような分布となる。ただし、左右上下に連続した8個のタイルについての分布であり、同図の(a)はタイルの左右方向の誤差の分布を、(b)はタイルの上下方向の誤差の分布をそれぞれ表す。図8から理解されるように、タイルの上端部よりもタイルの下端部で、タイルの右端部よりもタイルの左端部で、誤差は著しく大きな値をとる。すなわち、タイル境界を中心とした場合、画素値の平均的な誤差は極めて非対称である。

【0031】

こうした誤差分布の下で、タイル境界の方向に対して対称な重みを有するフィルタを用いると、例えば、図9(a)に示すように隣接した4つのタイルについて、図9(b)に示すようなローパスフィルタをタイル0の右端の垂直方向の境界に、図9(c)に示すようなローパスフィルタをタイル1の下端の水平方向の境界にそれぞれ適用すると、上に述べた非対称な誤差とマッチせず、平滑化後の画素値に比較的大きな誤差が生じてしまう場合が起こる。図9(b)から明らかのように、大きな誤差を有する画素に対して最大の重み付け(=4)を行い。それよりも小さな誤差を有する画素に対して、その半分の重み(=2)しか与えないからである。すなわち、予め予想される画素の誤差の非対称性や大小関係に基づき、フィルタの重み係数自体を決定すべき場合があるのである。

【0032】

請求項1記載の発明による画像処理装置は、上に述べたようなタイル境界に生

じる誤差の非対称性を考慮してタイル境界歪みを効果的に抑制しようとするもので、所定の分割単位（タイル）毎に圧縮された後に分割単位毎に伸長された画像における分割単位境界の歪みを抑制するため、分割単位境界の近傍の画素に対しローパスフィルタを施す手段を有し、前記ローパスフィルタの重み係数が分割単位境界の方向に対し非対称であることを特徴とするものである。

【0033】

また、請求項2記載の発明による画像処理装置は、タイル境界に生じる誤差の大小関係を考慮してタイル境界歪みを効果的に抑制しようとするもので、所定の分割単位毎に圧縮された後に分割単位（タイル）毎に伸長された画像における分割単位境界の歪みを抑制するため、分割単位境界の近傍の画素に対しローパスフィルタを施す手段を有し、ローパスフィルタの重み係数が平均的な画素の誤差の大小関係を反映して決定されることを特徴とするものである。

【0034】

また、以上のようなフィルタは、タイル境界歪みの及ぶ、境界から所定範囲の画素について施す必要がある。例えば、前記5×3フィルタをデコンポジションレベル3で使用する場合、境界付近の8画素程度に施すことが考えられるが、図9（b）から明らかなように、フィルタをかける注目画素がタイル境界から遠ざかると、最も大きな誤差を有するH係数（矢印の係数）に乘じられるフィルタの重みは自然と小さくなる。すなわち、誤差の非対称性等は注目画素と境界との距離に依存し、例えば注目画素が境界から遠ざかるにつれてフィルタの非対称性を弱くしてよい（より対称なフィルタに近づけてよい）ことになる。前記非対称な誤差に対しては対称なローパスフィルタでは好ましくないが、誤差の非対称性が小さい場合には対称なフィルタを使った方がかえって弊害が少なく安全なこともあるのである。

【0035】

この点に鑑み、請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の画像処理装置において、ローパスフィルタの重み係数の非対称の程度又は平均的な画素の大小関係の反映の程度が、タイル境界からの距離に依存することを特徴とするものである。すなわち、タイル境界からの距離に応じてローパスフィルタの重み係数を制

御し、タイル境界歪みをより効果的に抑制しようとするものである。

【0036】

また、図9（b）から明らかなように、注目画素がタイル境界から遠ざかると、フィルタの及ぶ範囲がタイル境界からはずれることになる。この場合、上に述べた“タイル境界を中心とした誤差の非対称性”という前提は成立しない。

【0037】

請求項4記載の発明は、この点に着目してタイル境界歪みをより効果的に抑制しようとするもので、請求項1又は2に記載の画像処理装置において、ローパスフィルタのタップがタイル境界をまたぐ場合にのみ、ローパスフィルタの重み係数を非対称とし又はローパスフィルタの重み係数に平均的な画素の誤差の大小関係を反映させることを特徴とするものである。

【0038】

また、図10に示すように、タイル境界に隣接する画素ではあっても、その位置がL係数に相当する場合には、最初からフィルタの重み係数が小さく設定されるのが通常であるため、誤差が非対称性であっても、弊害の少ない対称なフィルタでよい場合もある。

【0039】

この点に鑑み、請求項5記載の発明は、請求項1又は2記載の画像処理装置において、注目画素に生じる平均誤差が大きい場合にのみ、ローパスフィルタの重み係数を非対称とし、又は、ローパスフィルタの重み係数に平均的な画素の誤差の大小関係を反映させることを特徴とする。すなわち、前記反映を、平均誤差の大きい位置の画素に対してのみ行うことにより、タイル境界歪みをより効果的に抑制しようとするものである。

【0040】

さて、例えばRGBの3コンポーネントからなるカラー画像に圧縮を施す場合、簡易にはRGB値のままでウェーブレット変換を行うことができる。しかし、圧縮率をあげるためにには、色変換を施して1つの輝度と2つの色差の3つの新たなコンポーネントに変換し、変換後のコンポーネントに対して個々にウェーブレット変換を施すのが通常である。

【0041】

JPEG2000で採用されている色変換の例としては、RCT(Reversible Component Transform)と呼ばれる下記変換がある。

【0042】

$$\text{輝度 } Y = \text{floor}((R + 2G + B) / 4)$$

$$\text{色差 } Cr = R - G$$

$$\text{色差 } Cb = B - G$$

式(5)

その逆変換は、

$$R = G + Cr$$

$$G = Y - \text{floor}((Cr + Cb) / 4)$$

$$B = Cb + G$$

式(6)

である。

【0043】

ここで、上記誤差の非対称性の程度は、RGBの各コンポーネント間や輝度・色差の各コンポーネント間で異なる。その異なり方は量子化方法に依存はするが、例えば輝度・色差コンポーネントの場合では、色差の方を極端に量子化した場合には上記非対称性が輝度よりも色差において大きくなることがある。

【0044】

この点に鑑み、請求項6記載の発明は、請求項1又は2記載の画像処理装置において、ローパスフィルタの重み係数の非対称の程度、又は、ローパスフィルタの重み係数の平均的な画素の誤差の大小関係の反映の程度を、画像のコンポーネントによって異ならせることを特徴とする。すなわち、前記反映をコンポーネントによって制御することにより、カラー画像におけるタイル境界歪みをより効果的に抑制しようとするものである。

【0045】

また、前記非対称性は、圧縮時のウェーブレット係数の量子化誤差に起因して生じるものであるため、圧縮率が高くなるほど大きくなる。

【0046】

よって、請求項7記載の発明は、請求項1又は2記載の画像処理装置において

、ローパスフィルタの重み係数の非対称の程度又は平均的な画素の誤差の大小関係の反映の程度が、圧縮された画像の圧縮率によって異なることを特徴とする。すなわち、前記反映を圧縮率に応じて制御することにより、タイル境界歪みをより効果的に抑制しようとするものである。

【0047】

また、前記非対称性の程度は、ウェーブレット変換（順・逆変換）の際のミラリングの範囲、すなわちウェーブレットフィルタのタップ長に依存し、周波数特性にもよるが、概ねタップ長が大きいほど非対称性の程度は大きくなる。

【0048】

よって、請求項8記載の発明は、請求項1又は2記載の画像処理装置において、ローパスフィルタの重み係数の非対称の程度又は平均的な画素の誤差の大小関係の反映の程度が、画像の圧縮伸長に用いられるウェーブレットフィルタの種類に依存することを特徴とする。すなわち、前記反映をウェーブレットフィルタの違いに応じて行うことにより、タイル境界歪みをより効果的に抑制しようとするものである。

【0049】

さて、非対称性、平均誤差の大小の反映という観点で論じたが、本発明において、前述の本願出願人が提案した手法を併用することは非常に効果的である。図8から明らかなように、画素に生じる誤差はタイル境界からの距離が大きくなるほど小さくなる傾向にあるので、ローパスフィルタの平滑度もその距離が大きくなるほど弱くなるべきだからである。また、先の非対称性の議論と同様、タイル境界歪みという不連続性自体もコンポーネント、圧縮率、ウェーブレットフィルタのタップ長に依存するからである。特に、輝度・色差系がYCbCrである場合、人間の視覚特性上、Crに生じた誤差よりもCbに生じた誤差の方が知覚されにくいことが実験的に知られており、ローパスフィルタの強度自体もCbは弱くてよい場合がある。また、ローパスフィルタはタイル境界歪みを抑制するためのものであるが、タイル境界に、歪みではない実際の（＝原画を反映した）エッジがある場合、その実際のエッジをも平滑化してしまう弊害を生じることがある。

【0050】

よって、請求項9記載の発明は、請求項1又は2記載の画像処理装置において、ローパスフィルタの周波数特性が、分割単位境界からの距離に依存することを特徴とする。このように、境界からの距離に応じてローパスフィルタの周波数特性を変えることにより、タイル境界歪みのより効果的な抑制が可能である。

【0051】

また、請求項10記載の発明は、請求項1又は2記載の画像処理装置において、ローパスフィルタの周波数特性が、画像のコンポーネントによって異なることを特徴とするもので、カラー画像のタイル境界歪みをより効果的に抑制することができる。

【0052】

また、請求項11記載の発明は、請求項1又は2記載の画像処理装置において、ローパスフィルタの周波数特性が、圧縮された画像の圧縮率に依存することを特徴とするものである。このように、圧縮率に応じた周波数特性をローパスフィルタに持たせることにより、タイル境界歪みをより効果的に抑制することができる。

【0053】

また、請求項12記載の発明は、請求項1又は2記載の画像処理装置において、ローパスフィルタの周波数特性が、画像の圧縮伸長に用いられたウェーブレットフィルタの種類によって異なることを特徴とし、タイル境界歪みをより効果的に抑制することができる。

【0054】

また、請求項13記載の発明は、請求項1又は2記載の画像処理装置において、ローパスフィルタの周波数特性が、分割単位境界の付近のエッジ度に依存することを特徴とし、原画に存在するエッジへの弊害を生じることなくタイル境界歪みを効果的に抑制しようとするものである。

【0055】

また、請求項14記載の発明は、請求項9記載の画像処理装置において、ローパスフィルタの周波数特性が、分割単位境界の付近のエッジ度にも依存することを特徴とするものである。このように、境界からの距離と原画に実際に存在する

エッジの両方を考慮することにより、実際のエッジに対する弊害を生じることなくタイル境界歪みをより効果的に抑制することができる。

【0056】

また、請求項15記載の発明は、請求項1乃至14のいずれか1項記載の画像処理装置において、伸長された画像の逆色変換後にローパスフィルタを施す（RGBなどの画素値に施す）ことを特徴とし、タイル境界歪みの抑制のための計算が簡易になる利点がある。

【0057】

また、請求項16記載の発明は、請求項1乃至14のいずれか1項記載の画像処理装置において、伸長された画像の逆色変換前にローパスフィルタを施す（YCrCbなどの輝度値と色差値に施す）ことを特徴とし、特にエッジ度の算出を要する場合に有利である。

【0058】

また、請求項17記載の発明は、所定の分割単位（タイル）毎に圧縮された後に分割単位毎に伸長された画像における分割単位境界の歪みを抑制するため、分割単位境界の近傍の画素に対しローパスフィルタを施すステップを有し、前記ローパスフィルタの重み係数が分割単位境界の方向に対し非対称であることを特徴とする画像処理方法であり、境界に生じる誤差の非対称性を考慮することによりタイル境界歪みを効果的に抑制することができる。

【0059】

また、請求項18記載の発明は、所定の分割単位（タイル）毎に圧縮された後に分割単位毎に伸長された画像における分割単位境界の歪みを抑制するため、分割単位境界の近傍の画素に対しローパスフィルタを施すステップを有し、前記ローパスフィルタの重み係数に平均的な画素の誤差の大小関係を反映させることを特徴とする画像処理方法であり、境界に生じる誤差の大小関係を考慮することによりタイル境界歪みを効果的に抑制することができる。

【0060】

また、請求項19記載の発明は、請求項1乃至16のいずれか1項に記載の画像処理装置のローパスフィルタを施す手段としてコンピュータを機能させるプロ

グラムである。また、請求項20記載の発明は、請求項19記載のプログラムが記録されたコンピュータが読み取り可能な記録媒体である。

【0061】

【発明の実施の形態】

以上に説明した本発明の実施の形態について、図11乃至図22を参照して説明する。なお、ハードウェア、ソフトウェア、その組み合わせのいずれによっても本発明を実施可能であるが、ここではパソコンなどの汎用コンピュータシステム上でソフトウェアにより本発明を実施する形態について説明する。したがって、以下の説明における各ステップとその処理内容は、本発明の画像処理装置に含まれる対応手段及びその機能と理解すべきである。

【0062】

図11は、本発明の1つの実施の形態を説明するためのコンピュータシステムの簡略化したブロック図である。このコンピュータシステムは、CPU1100、メインメモリ1102、ハードディスク装置1104、モニタ装置1106をシステムバス1108で接続した概略構成である。メインメモリ1102には、本発明の画像処理装置の機能又は画像処理方法の処理手順を実行するための画像処理プログラム1110が置かれる。処理の全体的な流れは次の通りである。

【0063】

①CPU1100からの命令によって、ハードディスク装置1104より原画像をJPEG2000によって圧縮した画像データがメインメモリ1102に読み込まれる。②CPU1100は、画像処理プログラム1110に従って、メインメモリ1102より圧縮画像データを読み込んで伸長処理を行い、その伸長画像データに対してタイル境界歪みを抑制する処理を実行し、タイル境界歪みが抑制された画像データをメインメモリ1102上に生成する。③CPU1100からの命令によって、タイル境界歪みが抑制された画像データがモニタ装置1106に表示され、又は、ハードディスク装置1104に保存される。なお、インターネットやLANなどのネットワーク経由で圧縮画像データを取り込んで処理する形態も本発明に含まれることは当然である。

【0064】

上記②の処理段階のより詳しい手順を図12に示す。なお、ここでは、原画像は縦横ともに偶数画素数の同じ大きさの4つのタイルに分割されているものとする。したがって、タイルの右端及び下端はH係数の位置となり、同左端及び上端はL係数の位置となる。また、ここでは、圧縮画像データの圧縮処理においては、 5×3 ウエーブレットフィルタを用いてデコンポジション3のウェーブレット変換がなされている場合を想定して説明する。（ 9×7 ウエーブレットフィルタが用いられる場合についても後述する）。

【0065】

図12のステップ1400において、全タイルの圧縮画像を伸長し、画素の特性値を得る。この特性値とは、例えばRGB値やYCbCr等の輝度・色差値のことである。図1に関連づけるならば、伸長画像データ1201に対してタイル境界歪み抑制を施す場合にはRGB値が特性値であり、伸長画像データ1202にタイル境界歪み抑制を施す場合には輝度Y、色差Cb、Crが特性値である。伸長画像の画素の特性値はメインメモリ1102の特定領域に保存される。なお、このステップもしくは手段は、伸長処理のためのステップもしくは手段であって、次のステップ1401からステップ1404がタイル境界歪みを抑制するための処理ステップもしくは手段である。

【0066】

ステップ1401において、タイル境界から所定距離以内の画素の特性値に、タイル境界歪みを抑制するためのローパスフィルタをかける。ここで、タイル境界からの距離とは、図13に示すような当該画素から境界への最短距離である。ここに示す例では、境界からの距離が3以下の画素に対してローパスフィルタをかけるものとして説明する。なお、3以下の距離としたのは、計算量を削減するためである。また、ローパスフィルタのタップ長は5として説明する。

【0067】

ステップ1402において、ローパスフィルタをかけた後の画素の特性値をメインメモリ1102の特定領域に保存する。

【0068】

ステップ1401、1402の処理を繰り返し、全対象境界画素について処理

を終了すると（ステップ1403, Yes）、ステップ1402で保存された特性値により、ステップ1400で保存された伸長画像の対応画素の特性値を置換する。これで、タイル境界歪みが抑制された画像データが得られる。

【0069】

図12中のステップ1401のより詳細な手順を図14のフローチャートに沿って説明する。

【0070】

まず、ローパスフィルタをかける特性値が輝度又はGならば $k = 5$ に設定し（ステップ2000, 2001）、色差Cb、Cr又はB、Rならば $k = 4$ に設定する（ステップ2000, 2002）。この k は、注目画素位置におけるローパスフィルタの重み（フィルタ中心の重み）を決定するための値であり、注目画素のタイル境界からの距離を d とすると、

$$\text{ローパスフィルタの重み} = k + 64d$$

で与えられる。すなわち、この例では、境界からの距離によって、ローパスフィルタの中心の重みを変化させているわけである（請求項9）。また、

輝度Y又はGでは $k = 5$

色差Cb又はBでは $k = 4$

色差Cr又はRでは $k = 4$

であり、コンポーネントによってローパスフィルタの中心の重みを変えているわけである（請求項10, 15, 16）。

【0071】

次のステップ2003で、タイル境界からの距離が3以内の画素の特性値を入力する。そして、ステップ2004で、その注目画素がタイル境界交点に接する画素であるかチェックする。タイル境界交点に接する画素の場合には、図17に示すような重み係数を持つローパスフィルタを適用する（ステップ2005）。注目画素がタイル境界交点に接しない場合には、垂直方向のタイル境界からの距離が3以内であるかチェックし（ステップ2006）、そうならば図15に示すような重み係数をローパスフィルタを適用し（ステップ2007）、そうならば図16に示すような重み係数を持つローパスフィルタを適用する（ステップ20

08)。ただし、図15、図16及び図17に示すローパスフィルタの中心の重みは、輝度又はGのコンポーネントに適用する場合の値である。また、この例では、計算量を削減するため1次元又は十字状のローパスフィルタを適用するが、2次元のローパスフィルタを適用することも可能であることは勿論である。

【0072】

図15から分かるように、タイル右端近傍において、ローパスフィルタのタップがタイル境界をまたぐ場合にのみ、ローパスフィルタの重み係数を境界方向に非対称にしている（請求項1、3、4）。また、ローパスフィルタに平均誤差の大小を反映させるため、ローパスフィルタのH係数位置の重みを減らし（2100の部分）、L位置の重みを増加させる（2101の部分）とされている（請求項2）。また、タイル左端近傍においては、タップがタイル境界をまたぐ場合でも対称なローパスフィルタを適用する（請求項5）。図16及び図17に示すローパスフィルタにおいても、同様な考え方で重みが設定されている。

【0073】

なお、以上では、全てのコンポーネントについて、非対称なフィルタを使用する画素が存在したが、輝度に対してはこれをせず全て対称なフィルタを用いることが可能である（請求項6）。このような態様のためのローパスフィルタは以上の説明から明らかであるので図示しない。

【0074】

また、ステップ1401（図12）において圧縮率をチェックし、圧縮率が20を超える場合にのみ非対称なフィルタを使用し、20以下の圧縮率の場合には弊害の少ない対称なフィルタを用いることも可能である（請求項7）。

【0075】

さらに、この態様において、圧縮率が20以下の場合には、

輝度Y又はGに対し $k=5$

色差C b又はBに対し $k=4$

色差C r又はRに対し $k=4$

圧縮率が20を超える場合には、

輝度Y又はGに対し $k=4$

色差C b 又はBに対し $k = 3$

色差C r 又はRに対し $k = 3$

とすることもできる（請求項11）。一般に、圧縮率が大きいほど強いローパスフィルタを適用すべきだからである。このような態様のためのローパスフィルタの重み及び処理フローは以上の説明から明らかであるので図示しない。

【0076】

なお、計算量よりも正確さを優先し、図18に示すように、タイル左端近傍においてタップがタイル境界をまたぐ場合においても、フィルタを非対称にすることも可能であり、そのような態様も本発明に包含される。

【0077】

以上、 5×3 ウエーブレット変換の場合のローパスフィルタの例を示した。

【0078】

9×7 ウエーブレット変換の場合には、図19又は図20のような構成のローパスフィルタを適用することができる（請求項8, 12）。図19及び図20に示したローパスフィルタは垂直方向のタイル境界に適用されるフィルタの例であるが、これを回転すれば水平方向のタイル境界に適用されるフィルタとなり、また、垂直と水平を合わせれば図17と同様にタイル境界交点に適用されるフィルタを得られる。

【0079】

また、図12のステップ1401において、各注目画素に対し図21に示すようなエッジ度算出フィルタを適用してエッジ度を検出し、図15乃至図17に示したローパスフィルタの中心の重みを、エッジ度及びタイル境界からの距離の関数として設定することもできる（請求項16, 17）。図22はそのようなフィルタの説明図である。ここに示す例では、

距離 $d = 0$ の場合、

エッジ度算出フィルタで算出したエッジ量の絶対値 $abs(e)$ すなわちエッジ度が 255 以上ならば、ローパスフィルタの中心の重み m を

$$m = 5 + abs(E)$$

エッジ度が 255 未満ならば

$m = 5$

としている。

また、距離 $d > 0$ の場合、

$m = \max (5 + 64d, 5 + \text{abs}(E))$

としている。このようなフィルタの重み制御により、原画像に実際に存在するエッジを保存しつつ、タイル境界歪みを効果的に抑制することができる。なお、図22に示したローパスフィルタは、 5×3 ウエーブレット変換の場合を想定している。

【0080】

なお、ローパスフィルタ係数は重みの和が1になるように正規化される。すなわち、

a	b	c
d	e	f
g	h	i

という画素値を有する 3×3 画素の中心の画素（画素値がeの画素）に

o	p	q
r	s	t
u	v	w

という重みを用いてローパスフィルタをかける場合、重みはそれらの和が1になるように正規化された状態で画素値に乗算されるので

$\Sigma (o + p + q + r + s + t + u + v + w) = X$ とすると

ローパスフィルタをかけた後の中心画素の値は

$(a \cdot o + b \cdot p + c \cdot q + d \cdot r + e \cdot s + f \cdot t + g \cdot u + h \cdot v + i \cdot w) / X$

となる。フィルタのマスク形状が $1 \times n$ の場合も十字形状の場合も、ローパスフィルタの重みの和が1になるように正規化される点は同様である。

【0081】

以上説明した実施の形態における処理手順もしくは対応手段の機能をコンピュータ上で実現させるためのプログラム（アプリケーションプログラムに限らず、プリンタドライバ等のデバイスドライバも含む）、及び、同プログラムが記録さ

れた各種記録（記憶）媒体も本発明に包含される。

【0082】

【発明の効果】

以上に詳細に説明したように、本発明によれば、JPEG2000に準拠した画像圧縮アルゴリズムで圧縮された後に伸長された画像上のタイル境界歪みを極めて効果的に抑制することができるものであり、その効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】

JPEG2000の圧縮・伸長処理の流れを説明するためのブロック図である。

【図2】

原画像と座標系を示す図である。

【図3】

図2の原画像に垂直方向に1次元ウェーブレット変換を行って得られる係数配列を示す図である。

【図4】

図3の係数に対し水平方向に1次元ウェーブレット変換を行って得られる係数配列を示す図である。

【図5】

図4の係数を並べ替えた係数配列を示す図である。

【図6】

デコンポジションレベル2の2次元ウェーブレット変換で得られる係数を並べ替えた係数配列を示す図である。

【図7】

タイル境界でのミラーリングの説明図である。

【図8】

タイル内の画素に生じる画素値の2乗平均誤差の分布を示す図である。

【図9】

垂直方向及び水平方向のタイル境界に適用される対称性のローパスフィルタの例を示す図である。

【図10】

注目画素がL係数位置にある場合のローパスフィルタの適用を示す図である。

【図11】

本発明の実施の形態を説明するための簡略化されたブロック図である。

【図12】

本発明の実施の形態を説明するためのフローチャートである。

【図13】

タイル境界からの距離を説明するための図である。

【図14】

図12中のステップ1401の処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図15】

本発明において垂直方向タイル境界に適用されるローパスフィルタの例を示す図である。

【図16】

本発明において水平方向タイル境界に適用されるローパスフィルタの例を示す図である。

【図17】

本発明においてタイル境界交点に接する画素に適用されるローパスフィルタの例を示す図である。

【図18】

本発明において垂直方向タイル境界に適用されるローパスフィルタの別の例を示す図である。

【図19】

本発明において垂直方向タイル境界に適用されるローパスフィルタの別の例を示す図である。

【図20】

本発明において垂直方向タイル境界に適用されるローパスフィルタの別の例を示す図である。

【図21】

エッジ量算出フィルタの例を示す図である。

【図22】

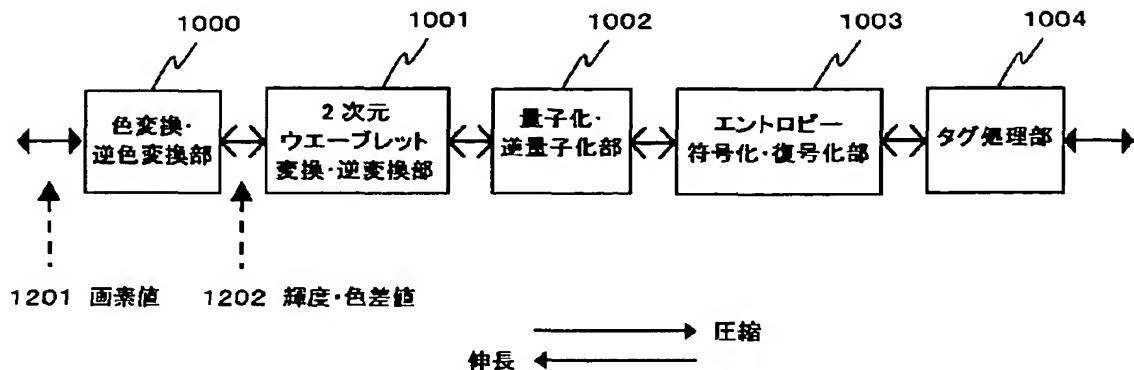
本発明においてタイル境界に適用されるローパスフィルタの別の例を示す図である。

【符号の説明】

- 1000 色変換・逆色変換部
- 1001 2次元ウェーブレット変換・逆変換部
- 1002 量子化・逆量子化部
- 1003 エントロピー符号化・復号化部
- 1004 タグ処理部
- 1100 C P U
- 1102 メインメモリ
- 1104 ハードディスク装置
- 1106 モニタ装置
- 1110 画像処理プログラム

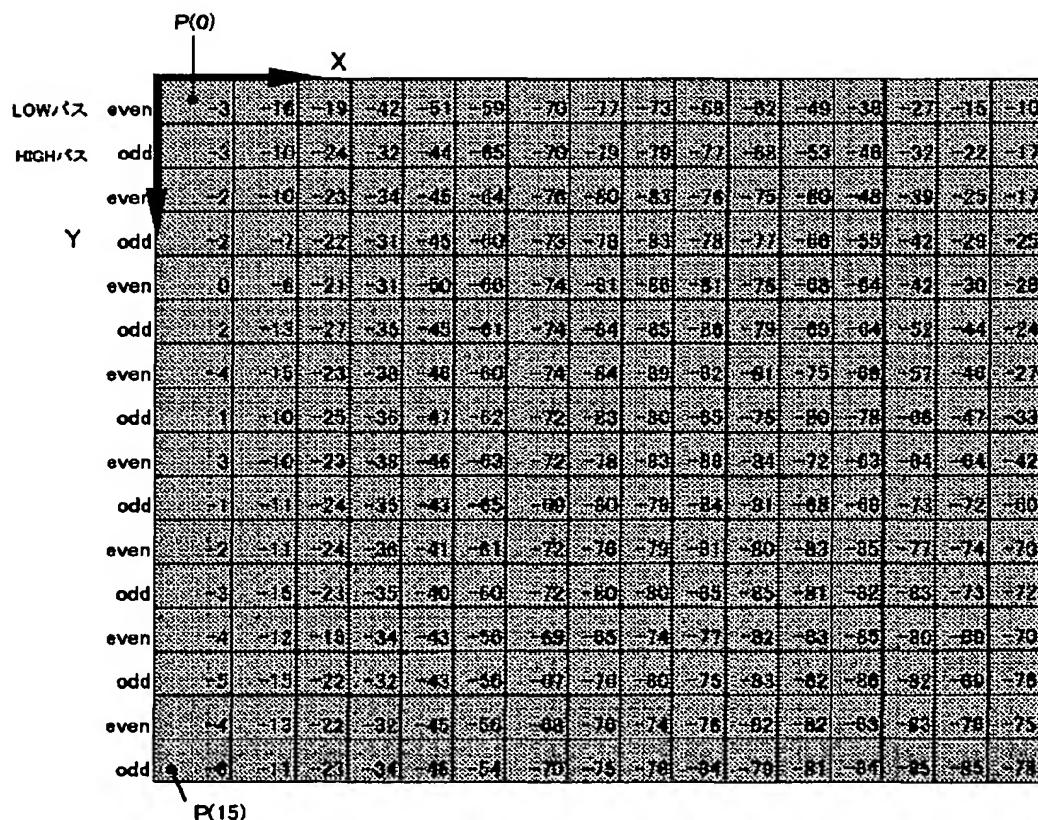
【書類名】 図面

【図1】



JPEG2000の圧縮・伸張処理の流れ

【図2】



原画像と座標系

【図3】

even	odd	even	odd
L	L	L	L
H	H	H	H
L	L	L	L
H	H	H	H
L	L	L	L
H	H	H	H
L	L	L	L
H	H	H	H
L	L	L	L
H	H	H	H
L	L	L	L
H	H	H	H
L	L	L	L
H	H	H	H
L	L	L	L
H	H	H	H
L	L	L	L
H	H	H	H
L	L	L	L
H	H	H	H

垂直方向へのフィルタリング後の係数の配列

【図4】

水平方向へのフィルタリング後の係数の配列

【図 5】

並べ替えた係数の配列

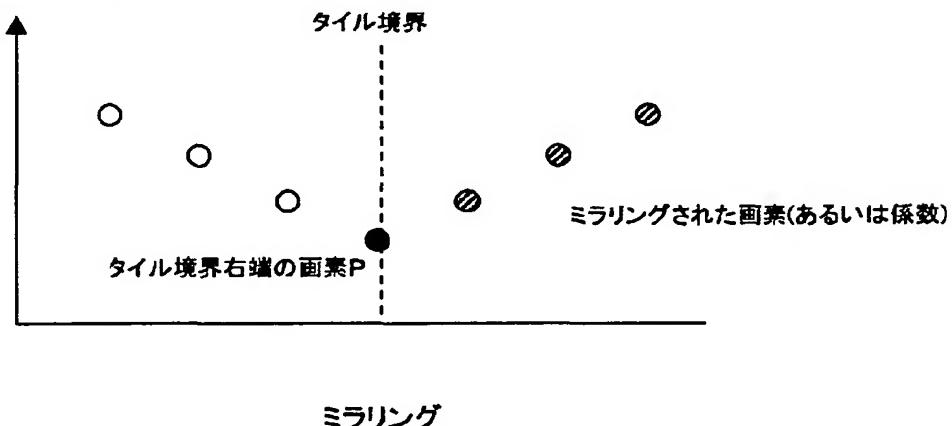
【図6】

2LL 2LL 2LL 2LL	2HL 2HL 2HL 2HL	1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL
2LL 2LL 2LL 2LL	2HL 2HL 2HL 2HL	1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL
2LL 2LL 2LL 2LL	2HL 2HL 2HL 2HL	1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL
2LL 2LL 2LL 2LL	2HL 2HL 2HL 2HL	1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL
2LH 2LH 2LH 2LH	2HH 2HH 2HH 2HH	1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL
2LH 2LH 2LH 2LH	2HH 2HH 2HH 2HH	1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL
2LH 2LH 2LH 2LH	2HH 2HH 2HH 2HH	1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL
2LH 2LH 2LH 2LH	2HH 2HH 2HH 2HH	1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL 1HL
1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH	1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH	
1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH	1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH	
1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH	1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH	
1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH	1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH	
1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH	1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH	
1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH	1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH	
1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH	1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH	
1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH 1LH	1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH 1HH	

2回の変換後、並べ替えた係数の配列

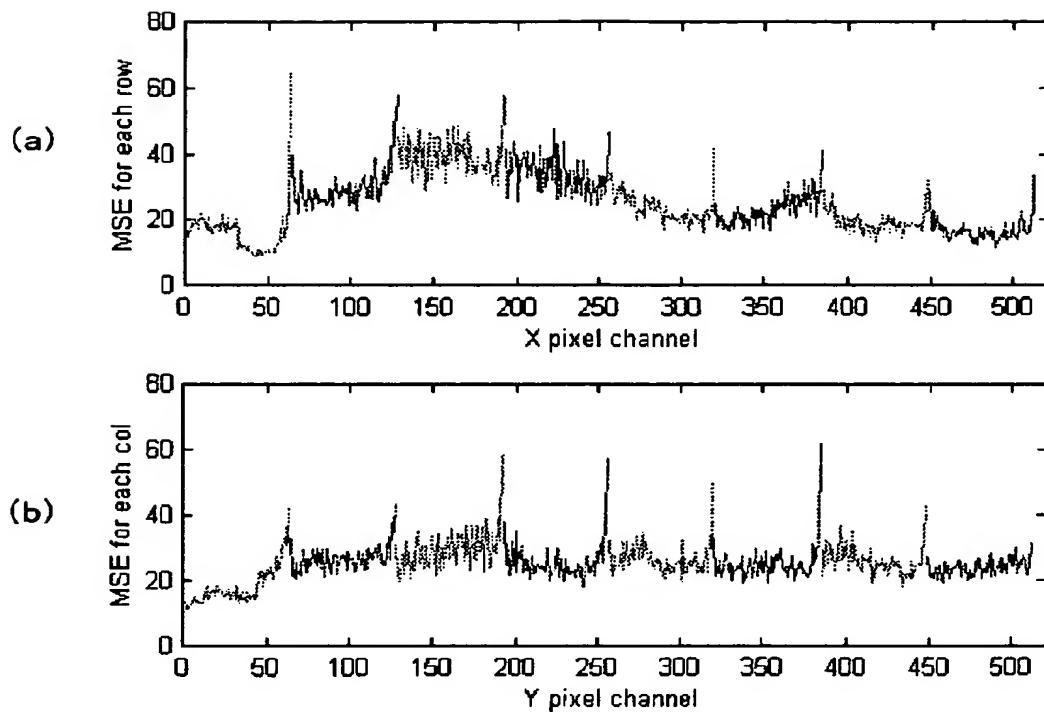
【図7】

画素(あるいは係数)値



ミラリング

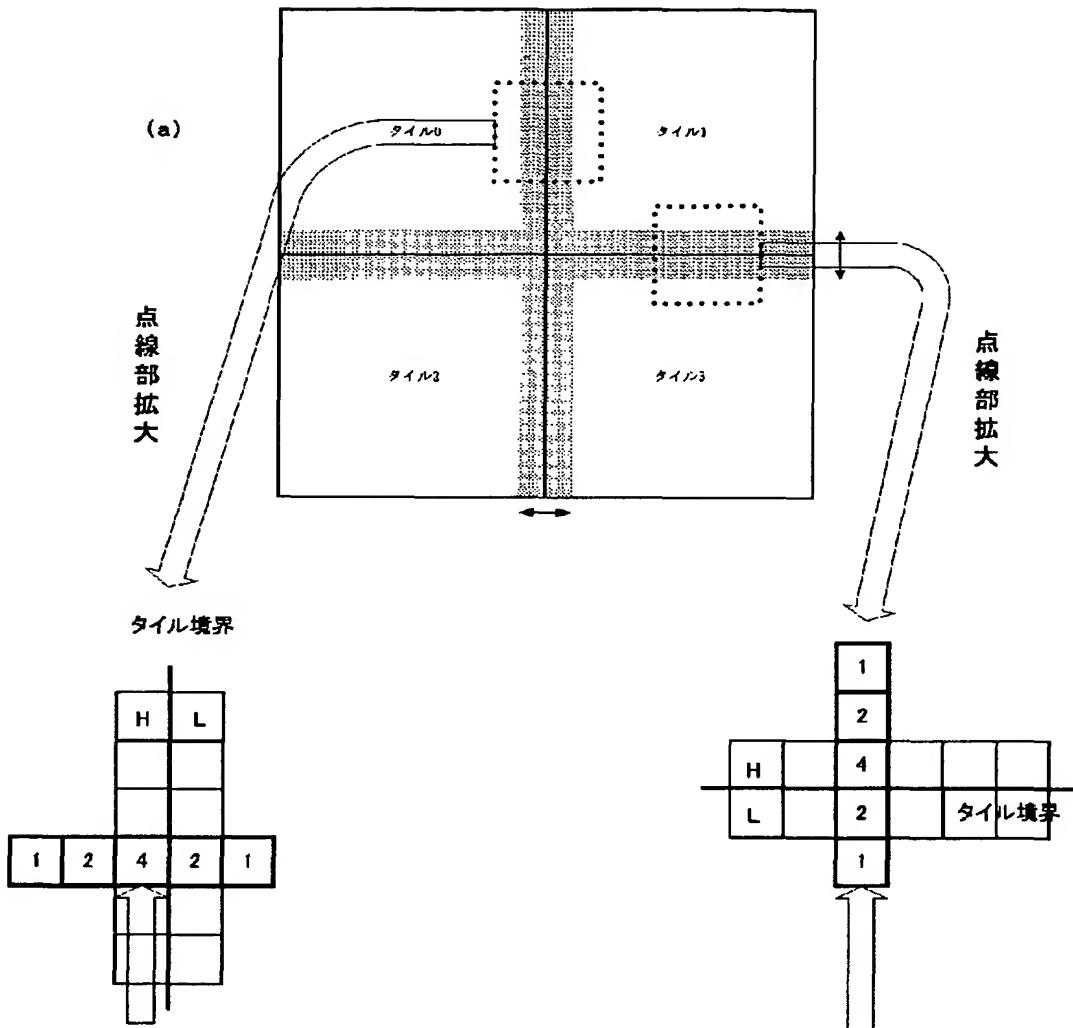
【図8】



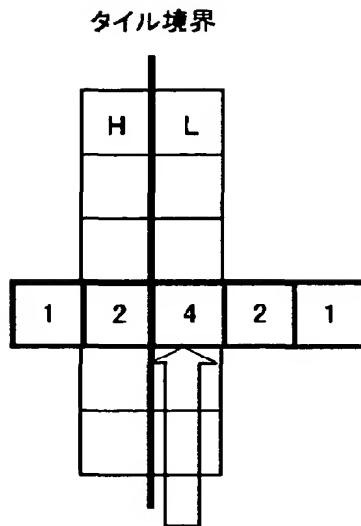
タイル内の画素に生じる画素値の誤差の2乗平均値

【図9】

タイル境界の方向による平滑化部

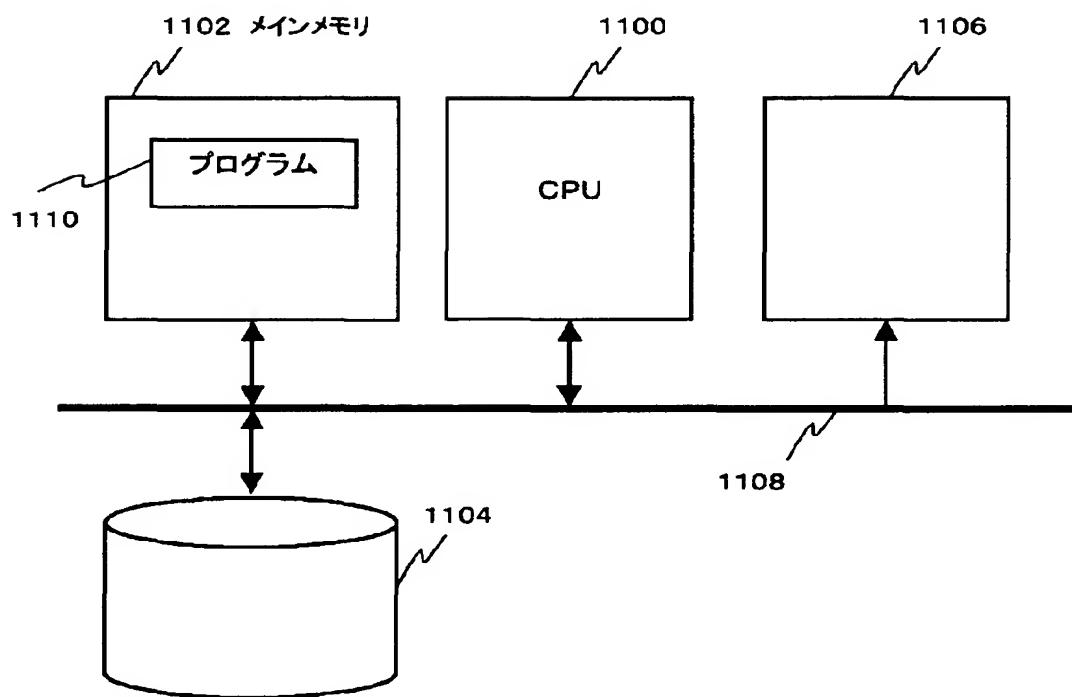


【図10】

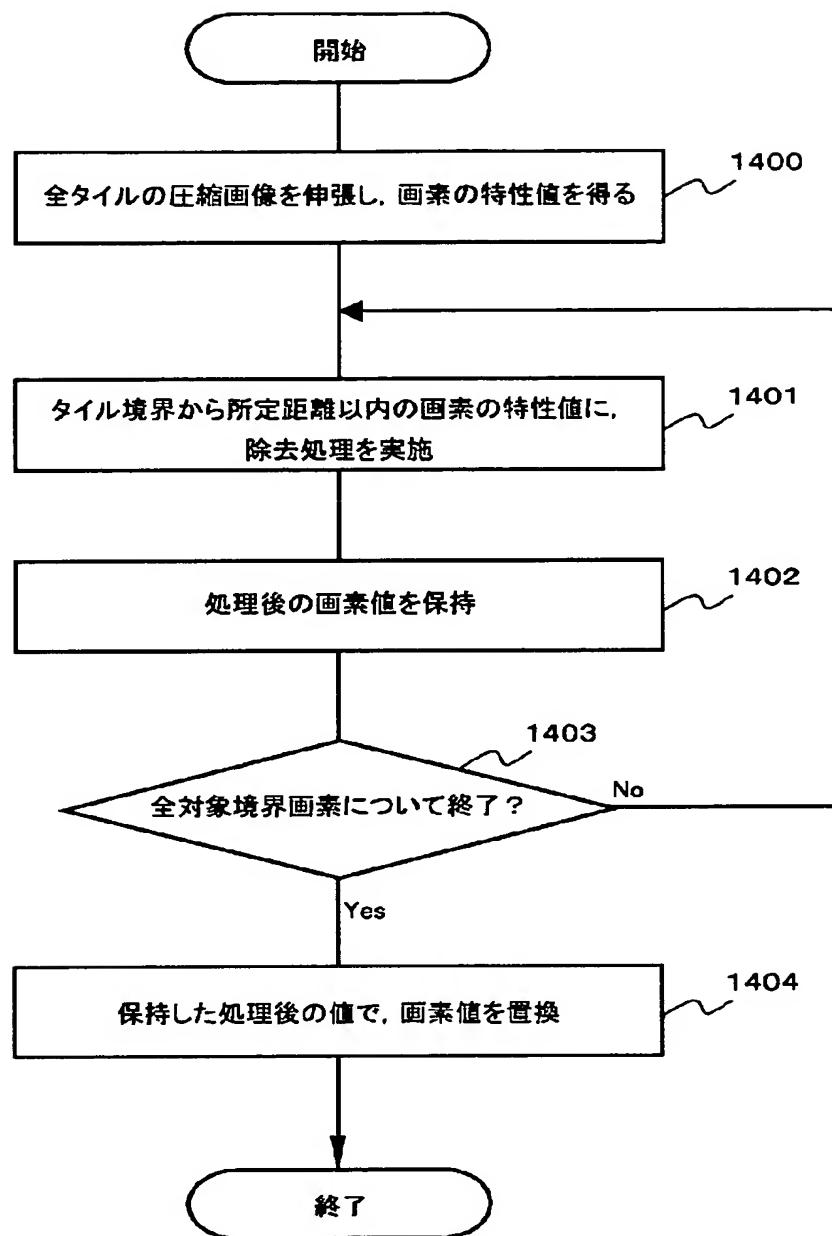


注目画素がL位置にある場合の、垂直方向タイル境界におけるローパスフィルタ

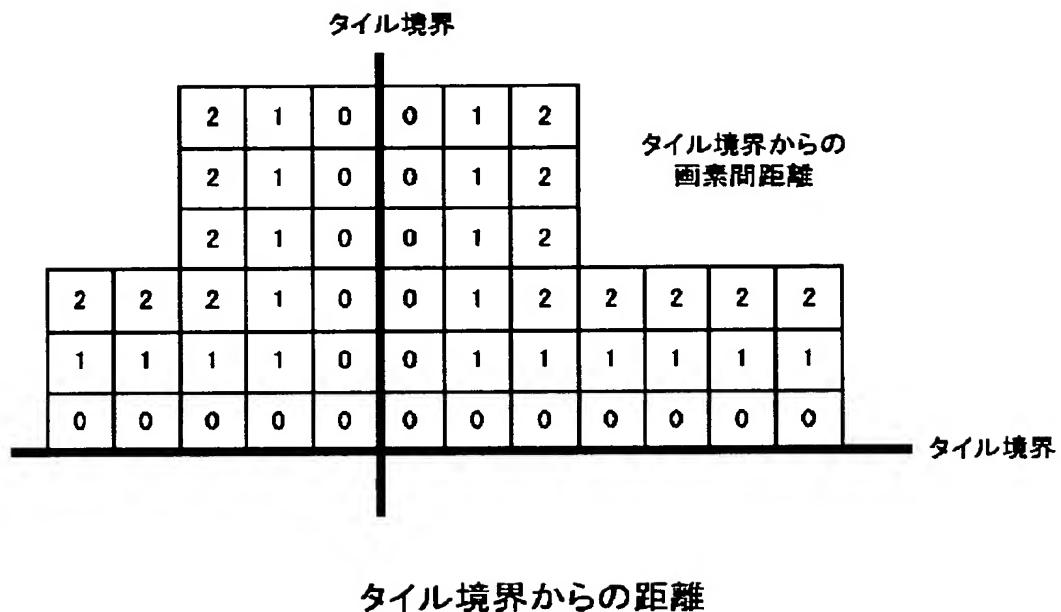
【図11】



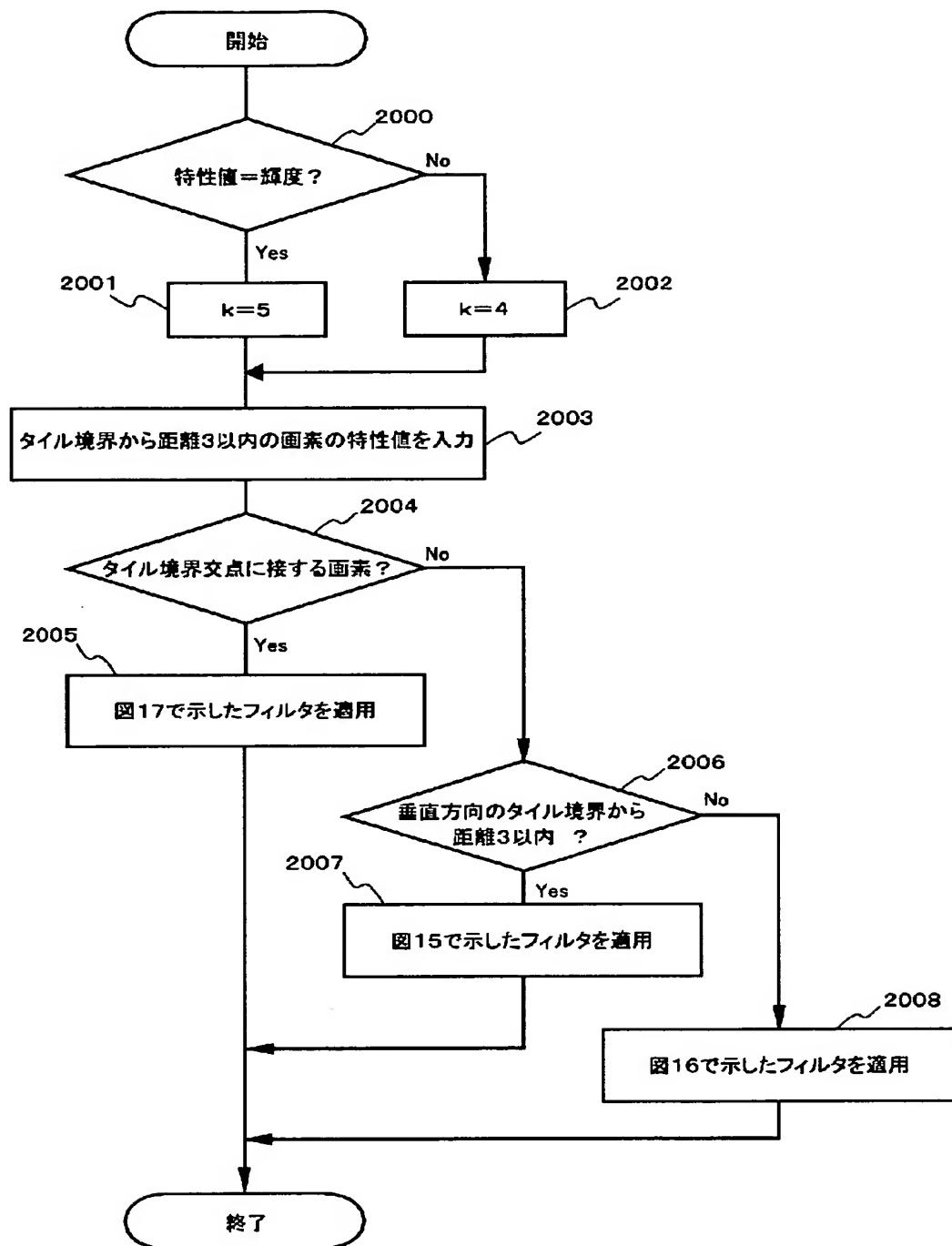
【図12】



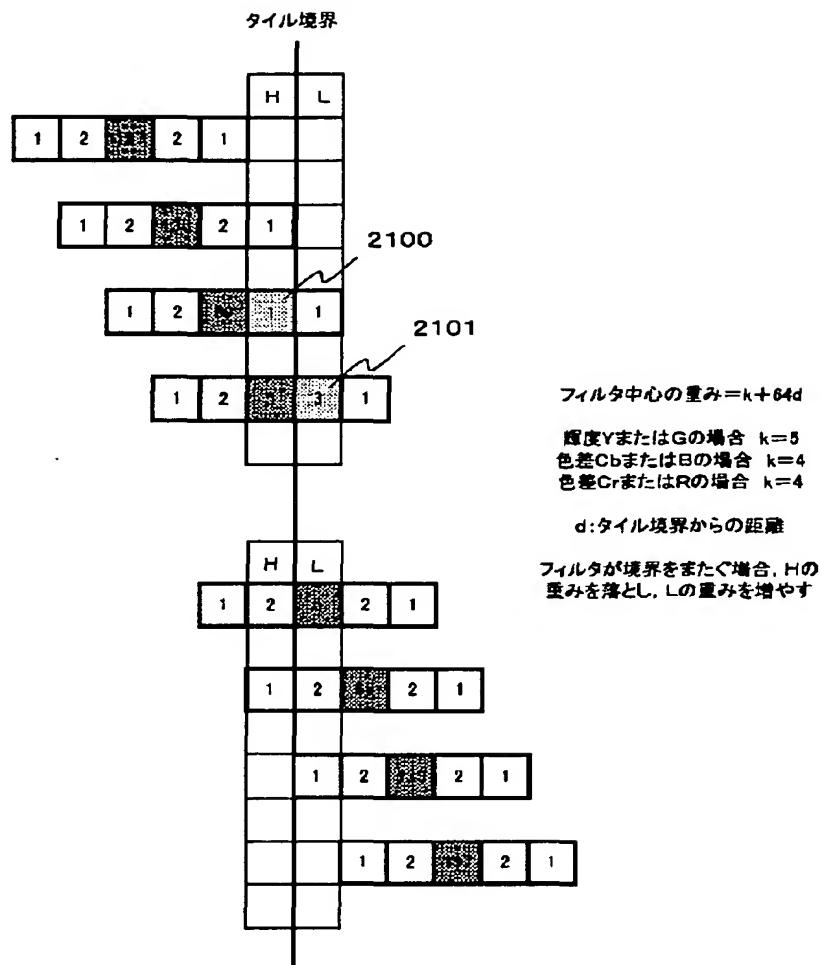
【図13】



【図14】



【図15】



垂直方向タイル境界におけるローパスフィルタ例(5x3ウェーブレット用)

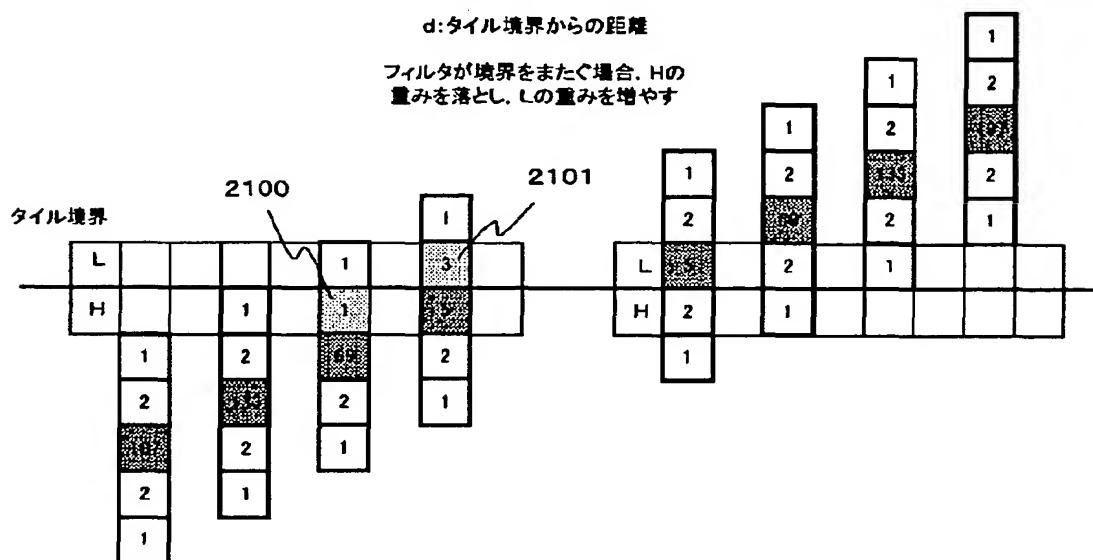
【図16】

フィルタ中心の重み = $k + 84d$

輝度YまたはGの場合 $k=5$
色差CbまたはBの場合 $k=4$
色差CrまたはRの場合 $k=4$

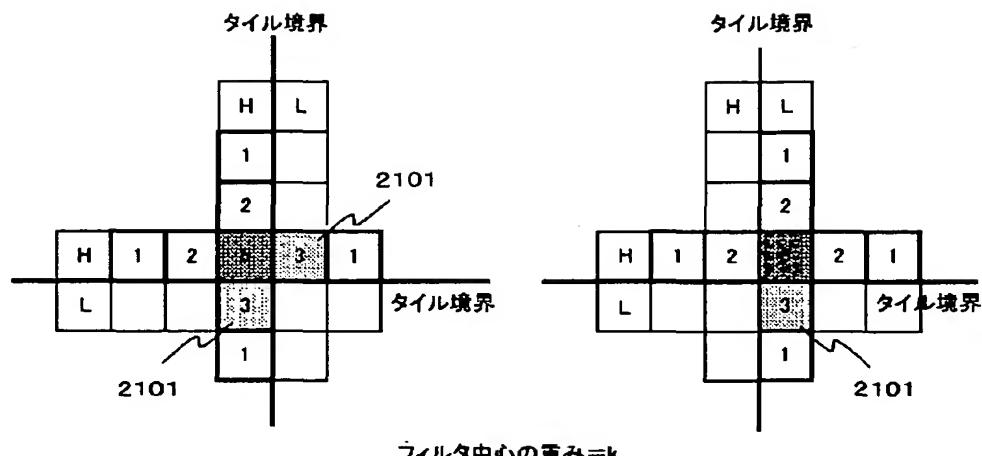
d: タイル境界からの距離

フィルタが境界をまたぐ場合、Hの重みを落とし、Lの重みを増やす



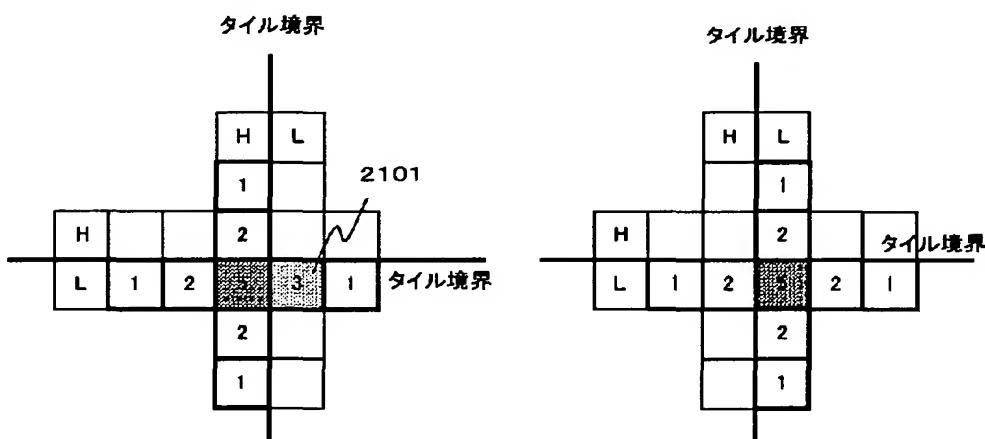
水平方向タイル境界におけるローパスフィルタ例(5x3ウェーブレット用)

【図17】



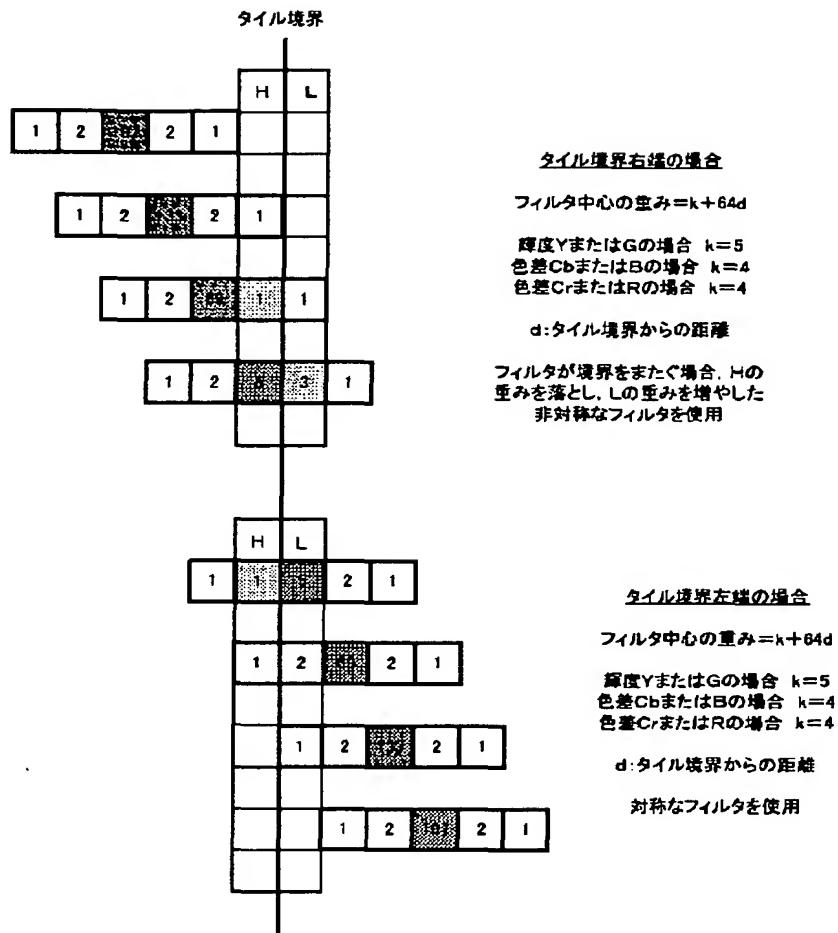
輝度YまたはGの場合 $k=5$
色差CbまたはBの場合 $k=4$
色差CrまたはRの場合 $k=4$

フィルタが境界をまたぐ場合、Hの重みを落とし、Lの重みを増やす



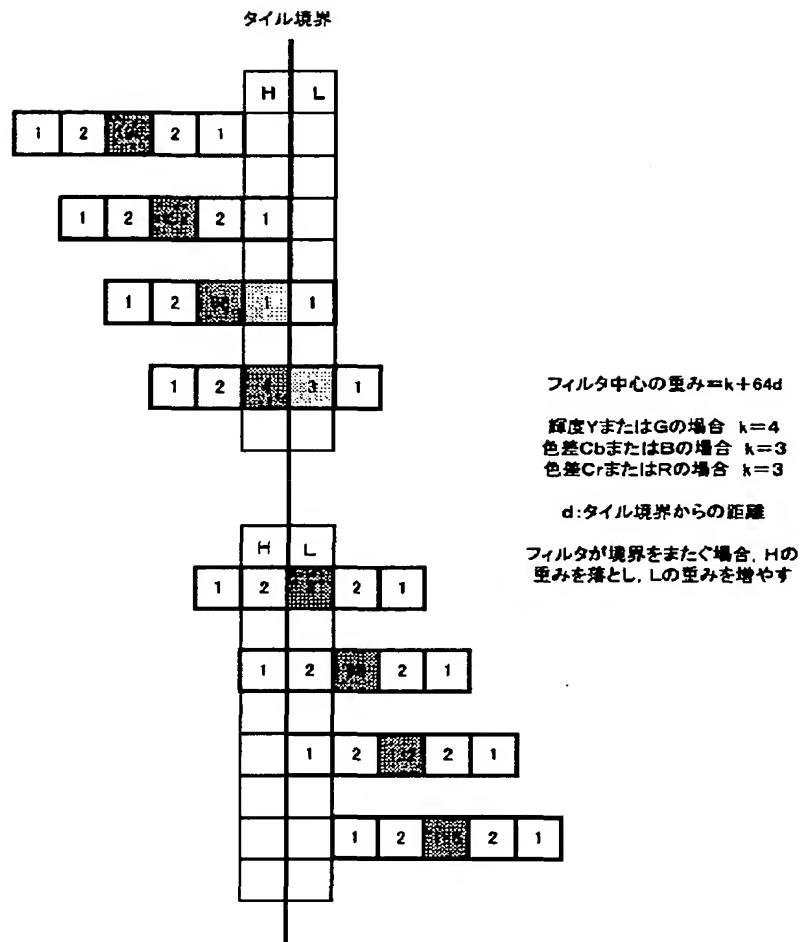
タイル境界の交点に接する4画素におけるローパスフィルタ例(5x3ウェーブレット用)

【図18】



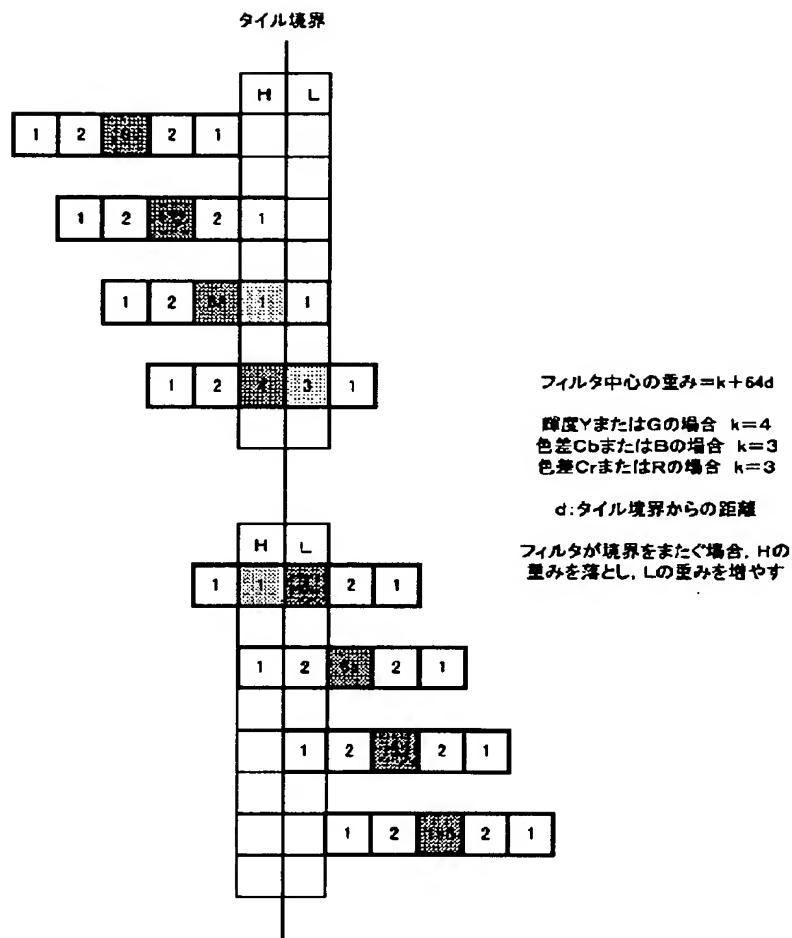
垂直方向タイル境界におけるローパスフィルタ例2(5x3ウェーブレット用)

【図19】



垂直方向タイル境界におけるローパスフィルタ例(9x7ウェーブレット用)

【図20】



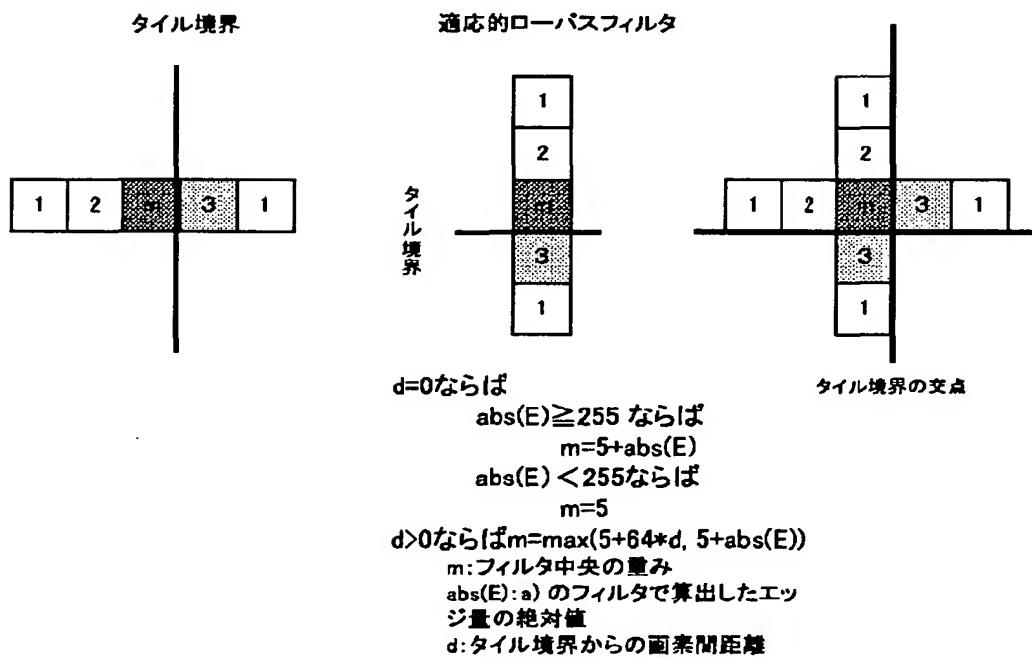
垂直方向タイル境界におけるローパスフィルタ例2(9x7ウェーブレット用)

【図21】

エッジ量算出フィルタ

-1	0	0	0	-1
0	-1	0	-1	0
0	0	8	0	0
0	-1	0	-1	0
-1	0	0	0	-1

【図22】



タイル境界におけるエッジ度と距離を考慮した、非対称なローパスフィルタ例
(5x3ウェーブレット用)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 JPEG2000で圧縮後に伸長した画像に生じるタイル境界歪みを効果的に抑制する画像処理装置及び方法を提供する。

【解決手段】 逆色変換前の伸長データ1202、又は、逆色変換後の伸長データ1201において、タイル境界近傍の画素に対しローパスフィルタを施す手段又はステップを有する。タイル境界歪みの効果的な抑制を達成するため、ローパスフィルタの重み係数は、タイル境界の方向に対し非対称とされ、または、平均的な画素の誤差の大小関係が反映させられる。その非対称の程度又は平均的な画素の誤差の大小関係の反映の程度は、タイル境界からの距離、圧縮伸長に用いられたウェーブレットフィルタのタップ長、圧縮率、適用されるコンポーネントの違いなどに依存する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000006747]

1. 変更年月日 2002年 5月17日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
氏 名 株式会社リコー